

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl<sup>6</sup>

H01L 21/768

H01L 21/28 H01L 21/285



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96104048.3

[43]公开日 1997 年 1 月 29 日

[11] 公开号 CN 1141506A

[22]申请日 96.3.4

[30]优先权

[32]95.3.4 [33]KR[31]4447/95

[71]申请人 现代电子产业株式会社

地址 韩国京畿道

[72]发明人 赵景洙

[74]专利代理机构 柳沈知识产权律师事务所

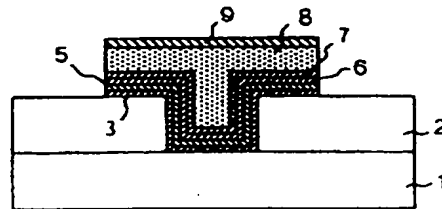
代理人 黄 敏

权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 形成半导体器件金属互连的方法

[57]摘要

本发明公开一种能提高成品率和可靠性的半导体器件的金属互连的方法，包括于先形成有源区再形成绝缘层的半导体衬底的预定部位处形成接触孔；用化学汽相淀积法在接触孔和绝缘层上依次淀积具有预定厚度的钛和氮化钛层；在  $N_2$  气氛中进行热退火。最后，在扩散阻挡层上淀积低电阻率的互连金属，并在接触孔和绝缘层上形成各层的图形，由此形成有源区间的金属互连。另外，本发明还可包括在对所形成的各层构图之前淀积弧形薄膜的步骤。



(BJ)第 1456 号

# 权 利 要 求 书

---

1、一种形成半导体器件金属互连的方法，包括以下步骤：

在形成了绝缘层的半导体衬底的预定部位处，形成接触孔；

在所说绝缘层和所说接触孔上用化学汽相淀积法依次淀积钛层和氮化钛层，这两层都具备预先确定的厚度；

在氮气气氛中热退火所说衬底，其中所说氮化钛层发生相转换，形成多层氮化钛层，每层含氮量各不同，并且相态也各不相同；

在氮化钛层上淀积低电阻率的金属层；和对在接触孔和绝缘层上形成的各层进行构图。

2、根据权利要求1的方法，其中所说的钛是由 $\text{TiCl}_4$ 与 $\text{NH}_3$ 反应的化学汽相淀积法形成的。

3、根据权利要求1的方法，其中所说的氮化钛是由四二甲基氨基钛的热分解形成的。

4、根据权利要求1的方法，其中所说氮化钛是由四二乙基氨基钛的热分解形成的。

5、根据权利要求3的方法，其中所说的热分解是在 $300\sim 500^\circ\text{C}$ 的温度、 $5\sim 10$  mTorr的压力的条件下进行的。

6、根据权利要求4的方法，其中所说热分解是在 $300\sim 500^\circ\text{C}$ 的温度、 $5\sim 10$  mTorr的压力条件下进行的。

7、根据权利要求1的方法，其中进行氮化钛物相转换的热退火是在氮气气氛和 $400\sim 600^\circ\text{C}$ 的温度下进行30~60分钟完成的。

8、根据权利要求1的方法，其中进行氮化钛物相转换的热退火

是在氮气氛和700~900℃温度下，进行10~30秒快速热退火完成的。

9、根据权利要求1的方法，其中所说互连金属是铝或铜。

10、根据权利要求9的方法，其中所说方法还包括在形成所说金属互连的构图步骤前为防止铜或铝的反射的弧形薄膜的步骤。

11、根据权利要求10的方法，其中所说弧形薄膜是由钛组成。

12、根据权利要求10的方法，其中所说氮化钛是由在300~450℃下热分解四二乙基氨基钛形成的。

13、根据权利要求10的方法，其中所说氮化钛是由在300~450℃下热分解四二甲基氨基钛形成的。

# 说明书

---

## 形成半导体器件金属互连的方法

本发明涉及一种形成半导体器件的方法，尤其是涉及一种包括扩散阻挡金属层的半导体器件的金属互连的形成方法。

随着半导体器件集成度的提高，为使互连设计不受拘束及容易，并使电阻、电流容易可变，已研究出许多方法。

通常，铝被广泛用作半导体器件的金属互连材料。随着集成度的增加，互连线变细，所以电流密度增加。然而电流密度的增加会因电迁移、抗反射和应力转移而产生失效，由此导致可靠性的下降。为解决上述问题，已经有一种在铝(Al)互连上淀积铜(Cu)或钛(Ti)的方法，但这种方法会导致由小丘和晶须现象而产生的象绝缘失效和互连短路的严重问题。

图1是根据常规技术在形成扩散阻挡层后形成了金属互连的半导体器件的截面示意图。在常规方法中，首先在半导体衬底1上形成绝缘层2。此后，通过蚀刻绝缘层的某些部位直至露出衬底1的表面，从而在半导体衬底1的预定区域形成接触孔。接着，用物理汽相淀积法依次形成钛(Ti)扩散阻挡层3和氮化钛(TiN)4。最后用金属铝或铝合金在氮化钛层4上形成金属互连8。

然而，随着器件高集成度的发展，接触孔尺寸一般越来越小，接触孔的高宽比随接触孔尺寸的减小而增加。因而在如上所述用物

理汽相淀积形成扩散阻挡层时，由于所淀积的扩散阻挡层的不平整使台阶覆盖变差。此外，在扩散阻挡层厚度增加时，接触孔的上部棱角会发生阴影效应，从而使后续工艺无法进行。另外，在采用 $\text{TiCl}_4$ 与 $\text{NH}_3$ 反应的化学汽相淀积方法来增强台阶覆盖时，存在颗粒过量产生的问题。因此，结果是器件的成品率和可靠性下降，而且，此时会因在 $\text{TiN}$ 淀积期间物相变成非晶相而导致的器件内阻的增加而产生器件速度降低的问题。

因此，本发明的目的是提供一种形成半导体器件金属互连的方法，该方法能够通过增强扩散阻挡层的台阶覆盖和降低内阻及颗粒的产生来提高半导体器件的成品率和可靠性。

为实现本发明的目的，首先在其内形成有源区，然后在其上形成绝缘层的半导体衬底的预定部位形成接触孔。接着用化学汽相淀积法在接触孔和绝缘层上依次淀积均具有预定厚度的钛和氮化钛层。下一步是为改变所淀积的氮化钛层的物相和所变换的每一层中 $\text{N}_2$ 的含量而进行的氮气氛下的热退火。最后，在扩散阻挡层上淀积低电阻率的互连金属，由此形成使有源区相互连接的金属互连，之后，在接触孔和绝缘层上形成所有层的图形。

另一方面，本发明也可以还包括淀积弧形薄膜的步骤，该弧形薄膜(arc-thin film)可防止在所形成的各层的图形前，在互连金属上发生光的反射。

图1是表示根据传统的实例的形成金属互连的方法的剖面示意图。

图2A至2D分别是表示根据本发明实施例的形成金属互连的顺序工艺过程的剖面示意图。

下文参照图2A至2D对本发明的优选实施例进行描述。

图2A至2D是表示根据本发明实施例的形成金属互连的顺序工艺过程的剖面示意图。首先，参照图2A，在包括有源区的半导体衬底1上淀积绝缘层2。然后，采用对暴露的绝缘层进行腐蚀直至露出半导体衬底1的表面为止的光刻法，在绝缘层2的预定部位形成接触孔。然后，如图2B所示，在接触孔的内部和绝缘层2的整个表面上淀积钛层3，钛层3是采用 $\text{TiCl}_4$ 与 $\text{NH}_3$ 或 $\text{NF}_3$ 反应的化学汽相淀积法形成的非常薄的膜，它薄的能保持接触孔2的形状。采用化学汽相淀积法是为了增强接触孔内侧的台阶覆盖。然后，在钛层3上形成氮化钛层4。用化学汽相淀积法形成氮化钛层4，以抑制颗粒的产生。换句话说，该方法仅采用四二甲基氨基钛 $[\text{Ti} \{ \text{N}(\text{CH}_3)_2 \}_4]$ 或四二乙基氨基钛 $[\text{Ti} \{ \text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2 \}_4]$ 原料并采用热退火法由所说两种化合物之一分解出氮化钛，其中热退火中所用气体为氮和/或氨。TiN的淀积温度范围在 $300 \sim 500^\circ\text{C}$ ，炉子的压力控制在 $5 \sim 10 \text{ mTorr}$ 范围，所形成的是非晶层。此后，在 $400 \sim 600^\circ\text{C}$ 的氮气氛围中形成了上述各层的半导体衬底进行热退火。通过退火工艺就将氮化钛层4转变成了物理性质各不相同的三个氮化钛层5、6、7。下层或第一层是由以非晶层形态存在的氮化钛5组成，中间层或第二层是由以结晶层形态存在的氮化钛6组成，上层或第三层是由以富氮结晶层形态存在的氮化钛7组成。这里也可采用代表常规的热退火工艺的快速热退火(RTA)方法，即可在 $700 \sim 900^\circ\text{C}$ 温度范围下进行10至30秒的退火。单层的氮化钛4因处于非晶态而具有很高的电阻，但三层氮化钛5、6、7与单层氮化钛4相比却因其物理性质互不相同而具有低电阻。钛层3和氮化钛层5、6、7都充当扩散阻挡金属用以防止没有阻挡存

在时会发生的金属原子扩散。此后，如图2C所示，一种例如铝、铜或铝和铜的合金等的互连金属在扩散阻挡层上形成，其中互连金属通过在扩散阻挡层上淀积任何具有低阻的金属将有源区彼此连接起来。以后用化学汽相淀积法在金属层8上形成弧形金属层(arc-metal layer)9。这里弧形金属层9是用来防止为形成金属互连图形而进行曝光时，在互连金属上光的反射。该弧形薄膜是由四二甲基氨基钛或四二乙基氨基钛组成，淀积的温度为300~450℃，根据各自的情况，形成弧形薄膜9的步骤还是可以省略的。

最后，如图2D所示，通过对所说金属层3、5、6、7、8、9的构图来构成金属互连。金属层8可用象钨这样的具有高电导率的金属代替。

如上面对发明的详细描述所述，本发明可以减小氮化钛的电阻和减少颗粒的产生，还能通过把单层的氮化钛转换成具有各自特性的三层氮化钛来增强台阶覆盖。形成这三层的方法包括：热分解包含钛和氮的原材料形成氮化钛，在氮气氛下对所淀积的氮化钛进行退火。由此，本发明具有既增强器件可靠性，提高成品率又提高信号传输速度的有益效果。

对于阅读了上述本发明所公开的内容后的本领域普通技术人员来说，这里所公开的本发明的其它特征、优点和实施例是很容易想到的。关于这一点，尽管对本发明的具体实施例做了尽可能详细地描述，但在不脱离如权利要求书所述的本发明的精神和范围的情况下，可以对这些实施例做出各种变化和改进。

# 说明书附图

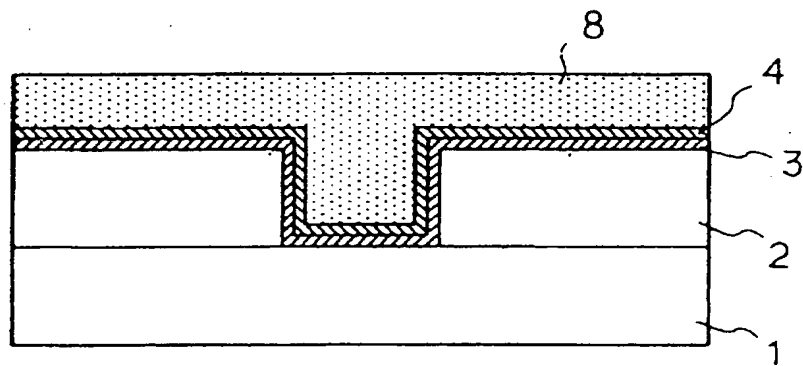


图 1

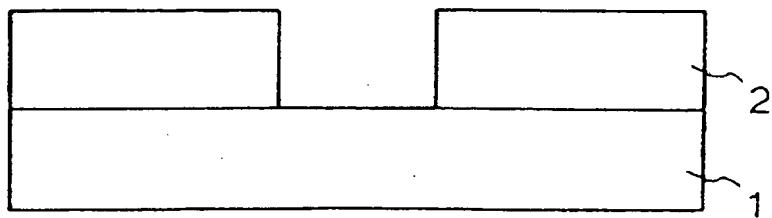


图 2 A



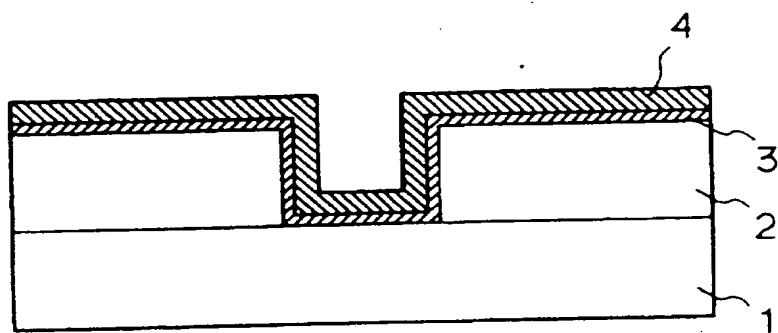


图 2 B

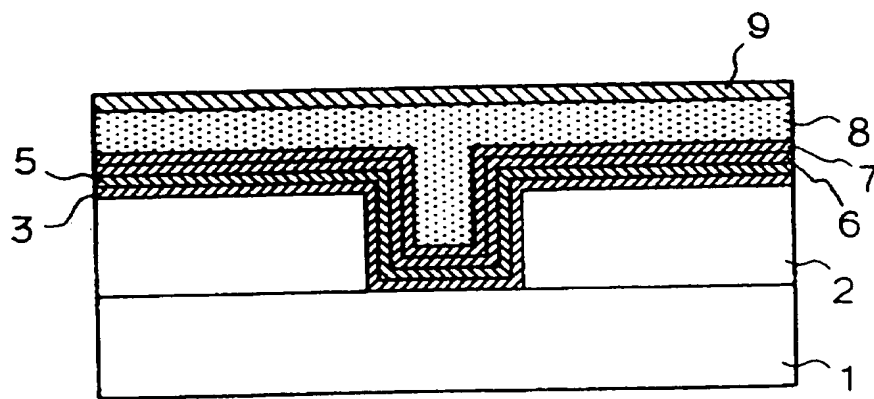


图 2 C

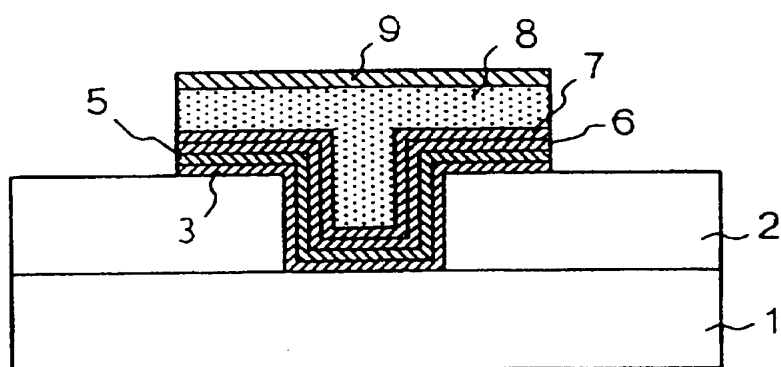


图 2 D